

Új műtéti képkalkotó lehetőség a belsőfül-implantátum elektródasorának dinamikus helyzetmeghatározására

Perényi Ádám dr.* ■ Nagy Roland dr.* ■ Horváth Bence ■ Posta Bálint dr.
Dimák Balázs ■ Csanády Miklós dr. ■ Kiss József Géza dr. ■ Rovó László dr.

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,
Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged

Bevezetés: A cochlearis implantátum egy műtétilag behelyezett elektromos eszköz, amely az akusztikus hanghullámokat elektromos jelekké alakítja, közvetlenül a hallóideget stimulálja, így segíti a súlyos fokú hallássérüléssel vagy teljes hallásvesztéssel élők életét. Cochlearis implantációt követően a legjobb rehabilitációs eredmény elérésének technikai feltétele többek között az esetre szabott elektródaválasztás és az elektródasor teljes, kontrollált, szövődmenymentes bejuttatása a scala tympaniba, miközben a cochlea belső struktúrája a lehető legkisebb mértékben sérül. A rutin intraoperatív elektrofiziológiai tesztek fontos információt adnak a készülék működőképességéről és a hallóideg stimulációjáról, azonban nem hagyatkozhatunk rájuk az elektródasor cochleán belüli helyzetének igazolásában. Mivel előfordulhat, hogy a rendelkezésre álló elektrofiziológiai vizsgálatok eredménye megfelelő, és mégis rendellenes helyzetbe kerül az elektróda, az arany standardot a képkalkotó vizsgálatok jelentik.

Módszer: Közleményünkben egy modern, hibrid műtő által nyújtott technológiai háttér új alkalmazási területét mutatjuk be. Szimultán kétoldali cochlearis implantációt végeztünk Cochlear Nucleus Slim Modiolar típusú perimodiolaris elektródasorral, a belső fül fejlődési rendellenességével rendelkező betegen. Az intraoperatív képkalkotást Siemens Artis pheno C-karos robot digitális szubtrakciós angiográfias rendszer biztosította valós idejű átvilágító és volumetomográfias funkcióval.

Eredmények: Az intraoperatív képkalkotás által dinamikusán követhető az elektródasor bevezetésének folyamata, ellenőrizhető az elektródasor statikus helyzete, így kiváltható a rutinnak számító posztoperatív képkalkotó vizsgálat. A rendellenes helyzetbe kerülő elektródasor pozíciója egy ülésben korrigálható, az újból bevezethető, így elkerülhető az újabb altatással járó, bizonytalan kimenetelű revíziós műtét.

Következtetés: A hibrid műtő jól kontrollált, minimálisan invazív eljárások elvégzését biztosítja. Különösen a hallószerv fejlődési rendellenessége vagy egyéb, az elektródának a cochleába vezetését nehezítő rendellenesség esetén javasolt a műtői képkalkotó diagnosztika.

Orv Hetil. 2021; 162(22): 878–883.

Kulcsszavak: cochlearis implantátum, Slim Modiolar elektródasor, cochlearis malformatio, hibrid műtő, intraoperatív képkalkotás

A novel intraoperative imaging tool to follow the cochlear implant electrode array insertion dynamics

Introduction: The cochlear implant is a surgically inserted electrical device that converts acoustic sound waves into electrical signals to stimulate the cochlear nerve, thus helps the rehabilitation of people with severe to total hearing loss. One of the most important technical conditions for achieving the best rehabilitation result after cochlear implantation is the personalized choice of electrodes. Additionally, it is vital that there is a complete, controlled, uncomplicated delivery of the electrode array to the scala tympani while minimizing damage to the inner structures of the cochlea. Routine electrophysiological tests provide important information about device functionality and auditory nerve stimulation. However, they probably do not show an abnormal position of the electrode array within the cochlea. Thus, imaging studies remain the gold standard.

*Megosztott első szerzők.

Method: In our paper, we present a novel application field of the modern technological background provided by a hybrid operating room. Simultaneous bilateral cochlear implantation was performed with cochlear implants with perimodiolar electrode array (Nucleus Slim Modiolar) in a patient with cochlear malformation. Intraoperative imaging was provided by a Siemens Artis pheno C-arm robot digital subtraction angiography system with real-time fluoroscopy and volume tomography function.

Results: Intraoperative imaging ensures dynamic follow-up of the introduction and static determination of the position of the electrode array and replaces routine postoperative imaging. If the electrode array was inserted in an abnormal position, the revision can be performed in the same sitting. Also, the revision surgery with a potential risk of uncertain outcome, alongside additional anaesthesia, can be prevented.

Conclusion: The hybrid operating room ensures that well-controlled, minimally invasive procedures are performed. Intraoperative imaging can be imperative in malformed cochleae and conditions that may complicate electrode insertion.

Keywords: cochlear implant, Slim Modiolar electrode array, cochlear malformation, hybrid operating room, intraoperative imaging

Perényi Á, Nagy R, Horváth B, Posta B, Dimák B, Csanád M, Kiss JG, Rovó L. [A novel intraoperative imaging tool to follow the cochlear implant electrode array insertion dynamics]. *Orv Hetil.* 2021; 162(22): 878–883.

(Beérkezett: 2020. október 16.; elfogadva: 2020. november 27.)

Rövidítések

CT = (computed tomography) komputertomográfia; DSA = (digital subtraction angiography) digitális szubtrakciós angiográfia; ESRT = (electrical evoked stapedius reflex threshold) az elektromosan kiváltott stapedius reflex küszöbe; MR = (magnetic resonance) mágneses rezonancia; NRT = (neural response telemetry) idegíválasz-telemetria

Cochlearis implantáció során a megfelelő elektródasor pozicionálása kihívást jelenthet olyan esetekben, mint a belső fül fejlődési rendellenessége vagy a hallószerv részleges hiánya, kötőszövetes átalakulása vagy elcsontosodása. Az esetek nagy többségében az ilyen rendellenességek műtétet megelőzően azonosíthatók szeletelő képalkotó eljárásokkal (CT- és/vagy MR-vizsgálattal).

Az ezen esetek adta behelyezési nehézségek felismerése befolyásolhatja a sebészt a beültetett eszköz (elektródasor) kiválasztásában, vagy módosítást igényelhet a műtéti megközelítés.

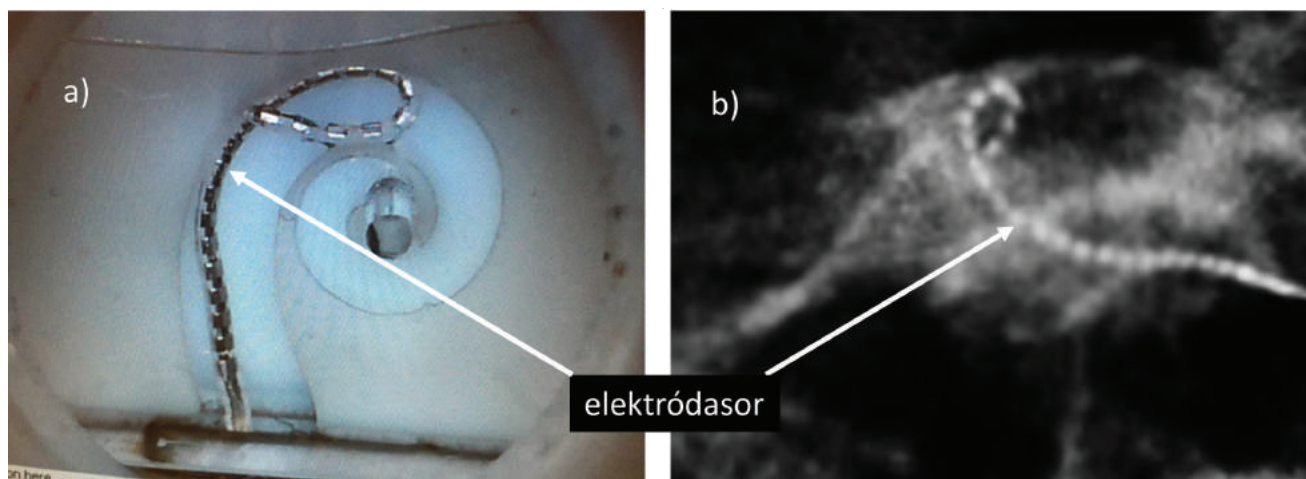
Szövődmények még kellő elővigyázatosság és gondosság mellett is kialakulhatnak. Az elektródasornak a cochleába történő bevezetését követően szembesülhetünk azzal, hogy rendellenes helyzetbe került. Ilyen rendellenes pozíció lehet a részleges bevezetés, a megtörés, a felgyűrődés vagy akár visszatekeredés (1. ábra) és az egyensúlyszervbe kerülés [1–3]. Számos publikáció szerzői beszámoltak már az elektródasor behelyezése során az ún. interscalaris diszlokációról, ami azt jelenti, hogy az elektródasor átszakítja az alapi hátrtyát, és így a scala tympaniból részben a scala vestibuliba kerül át [1, 4, 5]. Ismerünk olyan eseteket is, amelyeknél évekkel a műtét után az elektródasor migrált a cochleán kívülre [1, 5, 6].

Klinikai protokollunkban a cochlearis implantáció során alkalmazott általános vizsgálati módszereink az im-

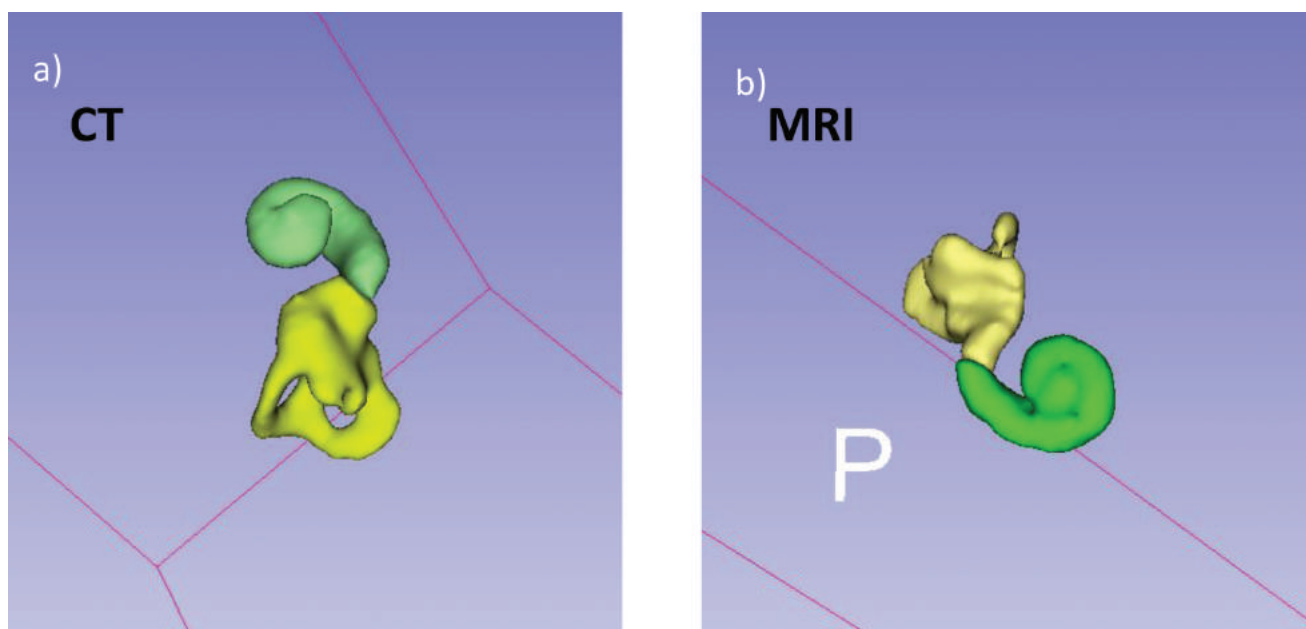
pedanciavizsgálat, az elektromosan kiváltott stapedius-reflex küszöbének (electrical evoked stapedius reflex threshold, ESRT) mérése és az idegíválasz-telemetria (neural response telemetry, NRT). Ezek a mérési módszerek nem jelzik egyértelműen az elektródasor rendellenes bevezetését, hanem az elektródasor állapotáról (szakadás, sérülés), környezetének elektromos vezetőképességéről és a közölt elektromos jel által stimulált idegelemekben kiváltható akciós potenciál jelenlétéről adnak információt. A legtöbb, cochlearis implantációt végző központ számára műtéti képalkotó vizsgálat nem áll rendelkezésre, ezért általában a műtét másnapján végeznek képalkotó vizsgálatot, ami lehet röntgenfelvétel, 'cone-beam' (kúpsugaras) CT- vagy hagyományos (multi slide) CT-vizsgálat [7].

Amennyiben az elektróda bevezetését követően azonnal felismerjük az elektródasor rendellenes helyzetét, még ugyanabban az ülésben megtörténhet a repozicionálás. Intraoperatív képalkotásra alkalmas készülékek a mobil röntgen, az átvilágító, a fekvő 'cone-beam' CT- és a DSA-készülék. Ha azonban intraoperatív képalkotásra – mint a világ legtöbb, implantációt végző fülészeti műtőjében – egyelőre nincs mód, akkor a korrekció újabb műtétet jelent. Ezért az intraoperatív képalkotás lehetősége és szerepe felértékelődik, és így egy ülésben elvégezhető az elektróda reimplantációja [3, 8–11]. Különösen fontos az elektródasor típusának helyes megválasztása és pozíciójának ellenőrzése a cochlea fejlődési rendellenességei [12] esetében.

A kontrollált, szövődménymentes implantációt nagymértékben elősegíti a modern technológiai háttér. Ezen technológiák készség szintű használata, a pontosan összehangolt csapatmunka hatékonysága biztosítja a gyors és eredményes beavatkozások számát. Erre alkalmas, igen effektív közeg lehet a hibrid műtő, mely a hallásja-



1. ábra | A Slim Modiolar elektródasor cochleán belüli visszatekeredése gyakorló modellen (1/a) és posztoperatíván készített röntgenfelvételen (1/b). A modellen az 5. elektródánál, a röntgenfelvételen a 4. elektródánál látható az elektródasor csúcsi szakaszának cochleán belüli visszatekeredése



2. ábra | Az 1 éves páciensünk jobb oldali labyrinthusának belső, folyadék tartalmú részéről készített háromdimenziós rekonstrukciós képek, a körülötte lévő csontállomány ábrázolása nélkül; CT alapján (2/a) és MRI alapján (2/b). A cochlea átlagos méretű alapi kanyarulatát követően a második kanyarulat csökevényes, mindössze fél fordulatot tesz, és hiányzik a harmadik kanyarulat

CT = komputertomográfia; MRI = mágnesesrezonancia-képkalkotás

vító implantáció esetében nemzetközi viszonylatban nem elterjedt módszer. A hibrid műtő egy fejlett operációs tér, amely ötvözi a hagyományos műtőt egy képalakító által vezérelt intervenciós csomaggal. Ez a kombináció rendkívül összetett, fejlett műtői eljárásokat tesz lehetővé. Nemcsak a műtőtípusokat kombinálja, hanem csapatok is egyesülnek, és multidiszciplináris klinikusi csoportot alkotnak, felkészülve a betegek összetett igényeinek kielégítésére. Bár a képkalkotás hosszú ideje a standard műtők része lehet, a mobil C-karos átvilágító készülék, ultrahang vagy endoszkóp jelenlétével, ezek együttes használata és megfelelő technikai háttere a hibrid műtők jellegzetessége.

Anyag és módszer

Páciensünk 1 éves, kétoldali teljes hallásvesztéssel élő fiúgyermek, akinek a kivizsgálás részeként elvégzett CT- és MR-vizsgálataival mindkét belső fül malformatiója volt kimutatható. A gyermek mindkét cochleájának ún. III. típusú cochlearis hypoplasziáját azonosítottuk a Sennaroglu-féle besorolás [12] szerint. Ez az elváltozás azt jelenti, hogy a cochlea átlagos méretű alapi kanyarulatát követően a második kanyarulat csökevényes, mindössze fél fordulatot tesz, és hiányzik a harmadik kanyarulat. A cochlea belső szerkezete (scala tympani, media és vestibuli) megtartott. Ez a cochleamalformatio társul-

hat az egyensúlyszerv fejlődési rendellenességével, így esetünkben a laterális ívjáratok részleges hiányával (2. ábra).

A két fül cochlearis implantációját egy ülésben, 2020-ban, a Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központjának hibrid műtőjében végeztük el, Cochlear Nucleus CI632 típusú, perimodiolaris tulajdonságú elektródasorral rendelkező implantátummal (Cochlear Ltd., Sydney, Ausztrália). Az intraoperatív képalkotást Siemens Artis pheno (Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Németország) robot DSA-rendszer biztosította.

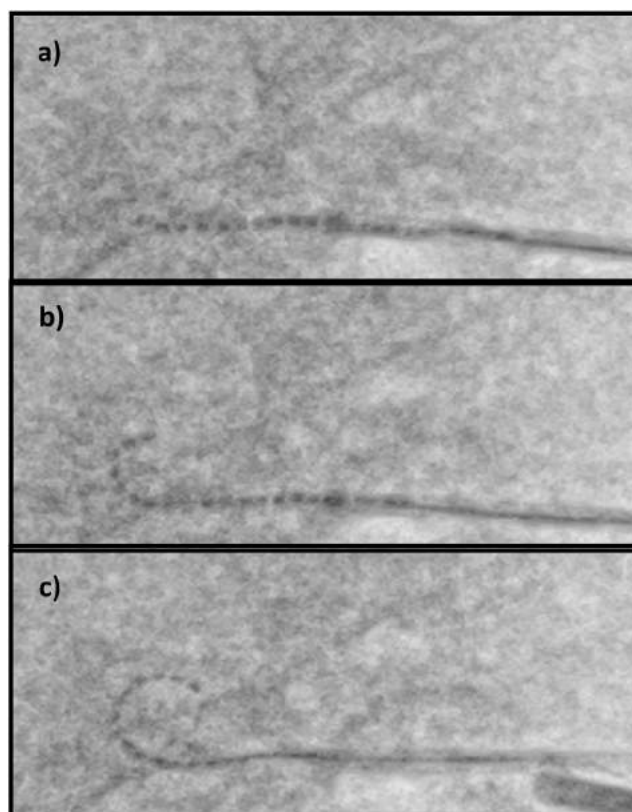
A cochlearis implantációhoz a legelterjedtebb műtéti módszert alkalmaztuk: retroauricularis feltárást követően részleges mastoidectomiát végeztünk, majd vigyázva az arcidegre, posterior tympanotomiás nyílást készítettünk. Az elektródasort ezen keresztül bejuttatva a dobüregbe, a cochlea kerek ablakán keresztül teljesen bevezettük a cochlea scala tympani járatába. A rutin elektrofiziológiai mérési protokollt (impedancia, ESRT, NRT) követtük.

Eredmények

Az elektródasor cochleába történő bevezetésének folyamatát a C-karos DSA-készülék segítségével, az átvilágító funkcióval követtük külön-külön a két oldalon (3. és 4. ábra).

Az elektródasor bevezetésekor az operáló fülbesz nem érzékelt akadályozó tényezőt, és az intraoperatív elvégzett rutin elektrofiziológiai mérések az implantátumok működőképességét igazolták. A második implantátum beültetését követően ugyanazzal a C-karos DSA-készülékkel rétegfelvételeket készítettünk a koponyáról (5. ábra).

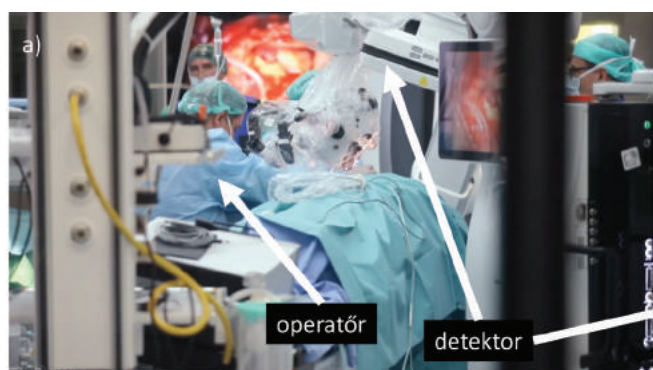
Az implantátumhoz tartozó külső beszédprocesszorok első programozásakor – amelyet a műtétet követő negyedik héten végeztünk – a gyermeknél egyértelmű hallásélményt tapasztaltunk. Az implantátum 22 stimu-



4. ábra

C-karos DSA-készülék segítségével valós idejű átvilágító képsor készíthető az elektródasor bevezetéséről. Az elektródasor vége a cochlea basalis kanyarulatának medialis caudalis részében (4/a), cranialis részében (4/b) és a teljes bevezetés állapotában (4/c)

lálóponthoz rendelkezik, melyek segítségével meghatároztuk a gyermek elektromos komfortküszöbét. Az elektromos komfortküszöb az a legmagasabb áramintenzitás-érték, amely a hallópálya intenzív stimulálását jelenti, de még nem kelt kellemetlen, túl hangos érzést. A gyermek mindkét oldalon, minden elektróda esetében érdeklődéssel figyelt a hangként érzékelt elektromos jelekre.

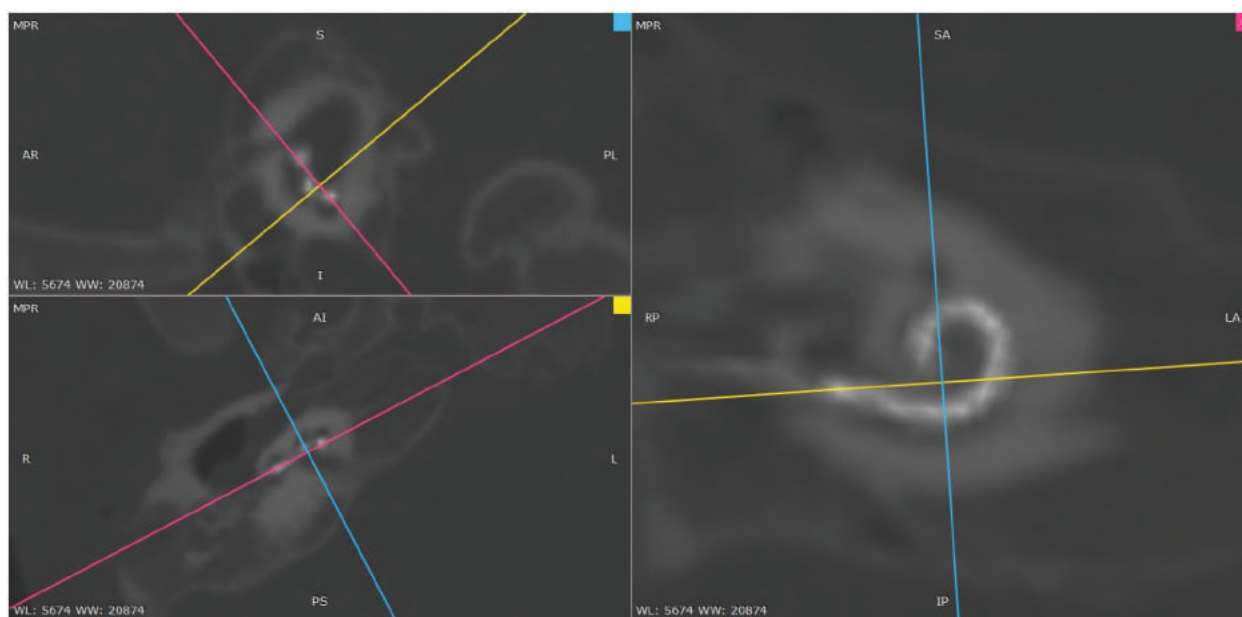


3. ábra

Műtői helyzetkép. A C-karos DSA-készülék helyzete a műtőasztalhoz és az operatőrhöz képest (3/a ábra). A 3/b ábra bal oldalán, a C-karos DSA-készülék 'flat panel' detektorának takarásában lévő monitoron a mikroszkópról kivezetett műtéti kép, a jobb oldalán lévő monitoron a valós idejű átvilágító kép látható, az elektróda bevezetésekor

DSA = digitális szubtrakciós angiográfia





5. ábra A Siemens Artis pheno készülékkel készített, több síkban rekonstruált volumetomográfias felvétel. A jobb oldali képen az ún. cochlearis nézetet mutatjuk be a cochlea alapi kanyarulatáról, benne a teljesen bevezetett és perimodiolaris helyzetű elektródasorral

A későbbiekben havi rendszerességgel jelent meg hozzátartozóival állapotellenőrzésre, melyeken újabb beszédprocesszor-programozás történt az elektromos komfortküszöb változásának követésére. Édesanyja hónapról hónapra újabb eredményeket osztott meg: kezdetben a gyermek felfigyelt a külső zajokra, a beszédhangokra, majd az egyszerű utasításokra. A műtétet követő kilencedik hónapra a ritmika nélküli gügyögést tudatos, egyszerű hangformálás váltotta fel. A gyermek környezetében jelen lévő hangok, a szülők és a fejlesztőpedagógus által tanított hangok utánzását meghatározó eredményként könyvelhetjük el a beszédfejlődésének útján. A hallás mellett a gyermek mozgáskoordinációja is jelentősen fejlődött.

Megbeszélés

A cochlearis implantáció követelménye az inszerciós trauma minimalizálása mellett a minél jobb beszédértés lehetőségének biztosítását lehetővé tevő, elektródasorral felszerelt implantátum beültetése [13, 14]. A vékony perimodiolaris elektróda ötvözi ezen előnyöket, ugyanakkor bevezetésekor más elektródatípusokhoz képest gyakoribb jelenség az elektródasor csúcsi részének cochleán belüli visszacsavarodása [1, 3, 9–11, 13]. Amennyiben ez a szövödmény még sebzás előtt észlelésre kerül, jó eséllyel korrigálható ugyanabban az ülésben. A közleményünkben bemutatott módszer – az elektródasor bevezetésekor végzett átvilágítás – valós időben képes követni az elektródasor útját és helyzetét a cochleán belül. A cochlea funkcionális rendszerét tartalmazó hártás labyrinthust kompakt csontállomány veszi körül, ezért vizuálisan nem tudjuk követni az operációs mikroszkóppal az elektróda útját. A rendelkezésre álló rutin elektrofiziológiai vizsgál-

latokkal nem ismerhető fel biztonsággal az elektródasor rendellenes helyzete, és az operáló sebész sem érzékeli azt. A valós idejű képalkotó vizsgálattal azonnal felismerhető, ha az elektródasor a modiolustól eltávolodik, visszacsavarodik, megtörik vagy az egyensúlyszervbe kerül. Az elektródasort kissé visszahúzza vagy teljesen eltávolítva – az elektródasor típusától függően – az jó eséllyel korrigálható és jó pozícióba helyezhető vissza. A III. típusú cochleahypoplasiás esetünkben a basalis kanyarulat átlagos nagyságú, megtartott volt. Cochlearis hypoplasia malformációban a rövid egyenes elektródasor beültetését ajánlják [12]. Esetünkben azért választottuk a vékony, előgörbített elektródát, mert 1 éves páciensünkönél fontosnak tartottuk a beszédfejlődés szempontjából az elektródasor modiolushoz közeli helyzetét és a cochlea szerkezetében okozott trauma minimalizálását.

A Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központjában működő hibrid műtő a legmodernebb képalkotó készülékkel felszerelt egység. A Siemens Artis pheno C-karos robot DSA-készülék egyesíti a mobil röntgen, az átvilágító és a 'cone-beam' CT-készülékek előnyeit: nagy teljesítményű, gyors, minden irányba jól pozicionálható sugárforrással és 'flat panel' detektorral rendelkezik, ami lehetővé teszi, hogy az elektróda bevezetését a cochleába valós időben követhessük átvilágítással, nagy felbontású monitoron. Emellett volumetomográfia is készíthető vele, amely a 'cone-beam' CT-nek megfelelő, nagy felbontású képeket biztosít alacsony sugárdózissal és kevés fém műtermékkel [15]. Esetünkben az átvilágítás módszerével rendellenességet nem tapasztaltunk. Az elektróda bevezetését követően elvégzett, alacsony sugárdózisú volumetomográfia alapján igazoltuk, hogy az elektródasor teljesen bevezethető volt, és a modiolushoz közel került.

Következtetés

A hibrid műtő aszeptikus környezete egyesíti a sebészeti berendezéseket, műszereket, műtői asztalokat, operációs lámpákat, berendezést kezelő rendszereket a karokra rögzített fejlett képalkotó rendszerekkel együtt, és lehetőséget kínál kombinált képalkotással vezérelt eljárások végrehajtására, minimálisan invazív módszerekkel. Ezek a korszerű műtőszobák lehetővé teszik a képalkotás-vezérelt műtét és a nyitott feltárások kombinációját is. Ez a technológia új eljárások kifejlesztéséhez vezetett, amelyek előnyös lehetőségeket kínálnak a komplex betegségekben szenvedő páciensek számára [16–18].

A cochlearis implantációs centrumok számára ajánljuk az intraoperatív képalkotás bevezetését jól kontrollált, minimálisan invazív eljárások biztosítására. A C-karos röntgenátvilágító berendezések fejlesztőitől új innovációs eredményekre számítunk a készülékek rutinszerű, könnyű használatában, akár külön a fej-nyak sebészet igényeinek megfelelően. Az intraoperatív képalkotás kiváltja a rutinszerűen az első posztoperatív napon több nézetben végzett röntgenvizsgálatot, mely az életkorból adódóan nem együttműködő gyermekek esetében a mozgási műtermékek miatt korlátozottan értékelhető lehet, és a vizsgálat megismétlését teheti szükségessé.

Ezen korszerű módszerek protokollszerű alkalmazásával a rendellenes helyzetbe kerülő elektródasor korrekciója egy ülésben elvégezhető, így kiváltható a műtétet követő röntgenvizsgálat, elkerülhető az újabb altatással és műtégi megterheléssel járó revízió.

Anyagi támogatás: A közlemény megírása, illetve a kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás: P. Á. és N. R. megosztott első szerzőként jegyzik a kéziratot. P. Á.: Az ábrák megszerkesztése, az intraoperatív képalkotás kivitelezése, a kézirat szövegezése. N. R.: Az ábrák megszerkesztése, az elektrofiziológiai vizsgálatok elvégzése, a kézirat szövegezése. H. B.: A képalkotó vizsgálatok rekonstrukciójának elkészítése és az intraoperatív képalkotás kivitelezése. P. B.: A szakirodalom áttekintése, a kézirat véglegesítése. D. B.: A szakirodalom áttekintése, elektrofiziológiai mérések elvégzése. Cs. M.: A kézirat szakmai véleményezése és a publikációra való felkészítése. K. J. G.: Az elektrofiziológiai mérések ellenőrzése, az eredmények értékelése; tudományos tanácsadás. R. L.: Az implantációs team vezetője; a cochlearis implantáció elvégzése, a végleges kézirat véleményezése, a publikáció folyamatának nyomon követése, irányítása. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekeltségek: A szerzőknek nincsenek érdekeltségeik.

Irodalom

- [1] Ishiyama A, Risi F, Boyd P. Potential insertion complications with cochlear implant electrodes. *Cochlear Implants Int.* 2020; 21: 206–219.
- [2] Adunka O, Kiefer J. Impact of electrode insertion depth on intracochlear trauma. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006; 135: 374–382.
- [3] Zuniga MG, Rivas A, Hedley-Williams A, et al. Tip fold-over in cochlear implantation: case series. *Otol Neurotol.* 2017; 38: 199–206.
- [4] Saeed SR, Selvadurai D, Beale T, et al. The use of cone-beam computed tomography to determine cochlear implant electrode position in human temporal bones. *Otol Neurotol.* 2014; 35: 1338–1344.
- [5] Dietz A, Wennström M, Lehtimäki A, et al. Electrode migration after cochlear implant surgery: more common than expected? *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2016; 273: 1411–1418.
- [6] Rader T, Baumann U, Stöver T, et al. Management of cochlear implant electrode migration. *Otol Neurotol.* 2016; 37: e341–e348.
- [7] Ramos de Miguel Á, Argudo AA, Borkoski Barreiro SA, et al. Imaging evaluation of electrode placement and effect on electrode discrimination on different cochlear implant electrode arrays. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2018; 275: 1385–1394.
- [8] Ramos-Macias A, De Miguel AR, Falcon-González JC. Mechanisms of electrode fold-over in cochlear implant surgery when using a flexible and slim perimodiolar electrode array. *Acta Otolaryngol.* 2017; 137: 1129–1135.
- [9] Aschendorff A, Briggs R, Brademann G, et al. Clinical investigation of the nucleus slim modiolar electrode. *Audiol Neurotol.* 2017; 22: 169–179.
- [10] Sabban D, Parodi M, Blanchard M, et al. Intra-cochlear electrode tip fold-over. *Cochlear Implants Int.* 2018; 19: 225–229.
- [11] McJunkin JL, Durakovic N, Herzog J, et al. Early outcomes with a slim, modiolar cochlear implant electrode array. *Otol Neurotol.* 2018; 39: e28–e33.
- [12] Sennaroglu L, Bajin MD. Classification and current management of inner ear malformations. *Balkan Med J.* 2017; 34: 397–411.
- [13] Schieferbein V, Bredemann J, Schmitt R, et al. Influence of patient-specific anatomy on medical computed tomography and risk evaluation of minimally invasive surgery at the otobasis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2019; 276: 375–382.
- [14] Nagy R, Jarabin JA, Dimák B, et al. Possibilities for residual hearing preservation with Nucleu CI532 Slim Modiolar electrode array. [A maradványhallás megőrzésének lehetőségei cochlearis implantáció során Nucleus CI532 Slim Modiolar elektródasorral.] *Orv Hetil.* 2018; 159: 1680–1688. [Hungarian]
- [15] Perényi Á, Bella Z, Baráth Z, et al. Role of cone-beam computed tomography in diagnostic otorhinolaryngological imaging. [A cone-beam komputertomográfia alkalmazása a fül-orr-gégészeti képalkotásban.] *Orv Hetil.* 2016; 157: 52–58. [Hungarian]
- [16] Nollert G, Wich S. Planning a cardiovascular hybrid operating room: the technical point of view. *Heart Surg Forum* 2009; 12: E125–E130.
- [17] Schaadt J, Landau B. Hybrid OR 101: A primer for the OR nurse. *AORN J.* 2013; 97: 81–100.
- [18] Fuchs-Buder T, Settembre N, Schmartz D. Hybrid operating theater. [Hybridoperationssaal.] *Anaesthesist* 2018; 67: 480–487. [German]

(Perényi Ádám dr.,
Szeged, Tisza Lajos krt. 111., 6725
e-mail: perenyi.adam@med.u-szeged.hu)